

Pôle Elevage CIRAD
Ile de la Réunion

RAPPORT DE MISSION

« Ile de La Réunion »

Du 09 - 16 décembre 2001

Par
Ph. LECOMTE

Rapport CIRAD-EMVT N°2002-010

Avril 2002



CIRAD-EMVT
Département d'Elevage et
Médecine Vétérinaire
TA / 30 A
Campus International de Baillarguet
34398 Montpellier Cedex 5
FRANCE

© **CIRAD-EMVT 2002**

Tous droits de traduction, de reproduction par tous procédés, de diffusion
et de cession réservés pour tous pays.

AUTEUR(S) : Lecomte Ph.

ACCES AU DOCUMENT :

- au service de documentation
du CIRAD (bibliothèque de
Baillarguet)

ORGANISME AUTEUR : CIRAD-EMVT

**ACCES A LA REFERENCE DU
DOCUMENT :**

Libre

ETUDE FINANCEE PAR : Etude financée par le Pole Elevage Réunion

AU PROFIT DU : Pôle élevage

TITRE : Rapport de mission « Ile de la Réunion » du 09-16 décembre 2001 -
Rapport Cirad-Emvt N° 2002-010

TYPE D'APPROCHE : Evaluation discussion prospectives recherches

DATE ET LIEU DE PUBLICATION : Avril 2002, Montpellier, France

PAYS OU REGIONS CONCERNES : France, île de la Réunion.

MOTS CLES : élevage lait – allaitant – alimentation – SPIR.

RESUME :

Cette mission à l'Ile de la Réunion, a été réalisée suite à la demande du CIRAD - Pôle élevage, sous l'action de recherche "Alimentation et amélioration des performances". Dans le cadre des activités de suivi qui sont effectuées dans les exploitations laitières et allaitantes et en transversalité avec les autres actions conduites dans le pôle, elle avait pour objectifs : d'évaluer et discuter avec le personnel scientifique et technique présent sur place les travaux actuellement menés et leurs résultats ; de raisonner ensemble les approches en matière d'alimentation et les moyens de valoriser dans des approches complémentaires les nombreux travaux effectués sur l'herbe pâturée ou affouragée à l'auge, dans une optique plus large d'aide à la gestion durable ; d'évaluer et présenter les potentialités de la technique SPIR et l'intérêt de son éventuel déploiement sur le site du pôle élevage.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
DÉROULEMENT DE LA MISSION	2
LES ACTIONS DE RECHERCHE AU PÔLE ÉLEVAGE DE SAINT PIERRE	3
ELE 101 : Efficacité des systèmes d'alimentation	3
ELE 102 : Alimentation et amélioration des performances zootechniques	4
ELE 103 : Facteurs de risque d'infertilité en élevage laitier, approche écopathologique ..	5
ELE 104 : Alimentation, pathologie et qualité du lait	5
ELE 105 : Modélisation du fonctionnement économique des exploitations laitières à la Réunion et simulation de leurs évolutions	6
ELE 201 : Diversification des élevages : Cervidés, caprins	6
LES DÉVELOPPEMENTS ENVISAGEABLES AUTOUR DE LA TECHNIQUE SPIR	7
CONCLUSIONS	7
ANNEXE 1 : Projet d'atelier INRA-CIRAD	8
ANNEXE 2 : Intérêt de l'acquisition d'un appareillage analytique de spectrométrie infrarouge dans le conseil aux éleveurs de la Réunion et dans l'océan indien	11

INTRODUCTION

Cette mission à l'Ile de la Réunion, a été réalisée suite à la demande du CIRAD - Pôle élevage, sous l'action de recherche "Alimentation et amélioration des performances".

Dans le cadre des activités de suivi qui sont effectuées dans les exploitations laitières et allaitantes et en transversalité avec les autres actions conduites dans le pôle, elle avait pour objectifs :

- Evaluer et discuter avec le personnel scientifique et technique présent sur place les travaux actuellement menés et leurs résultats.
- Raisonner ensemble les approches en matière d'alimentation et les moyens de valoriser dans des approches complémentaires les nombreux travaux effectués sur l'herbe pâturée ou affouragée à l'auge, dans une optique plus large d'aide à la gestion durable.
- Evaluer et présenter les potentialités de la technique SPIR et l'intérêt de son éventuel déploiement sur le site du pôle élevage.

Déroulement de la mission (09-16 décembre 2001)

- Dimanche 9

départ (Paris - Orly)

- Lundi 10

a.m. : arrivée St Denis : accueil E. Tillard

p.m. : réunion Cirad Ligne Paradis : rencontre délégation FOFIFA (Madagascar), présentation de l'UAFP (P. Thomas) et des opérations ELE 101 et 102 "Efficacité des systèmes d'alimentation" et "Alimentation et amélioration des performances zootechniques" (P. Grimaud - H. Gourc).

- Mardi 11

a.m. : visite d'exploitation allaitante (M. Bègue et M. Corre) et tour de plaine dans les pâturages de Bras Creux

p.m. : présentation des opérations ELE103 "Etudes des facteurs de risques d'infertilité en élevage bovin laitier" et ELE 104 "Alimentation, pathologie et qualité du lait" (E. Tillard - J. Métais - S. Nabeneza)

- Mercredi 12 :

a.m. : St Denis

Entretien avec le doyen de l'université M. Cadet, visite des laboratoires (équipements NIR)

Cirad canne à sucre, présentation BD Topo (D. Pouzet)

Laboratoire AMIS analyse sol et fourrage (P. Falavier)

Déjeuner discussion PADEF (M. Piraux, B. Losch, F. Fusillier)

p.m. : St Pierre

Opération ELE105 "Modélisation du fonctionnement technique et économique des exploitations laitières et allaitantes" (J.P. Choisis)

Entretiens pôle (P. Grimaud et E. Tillard), préparation présentation SPIR

- Jeudi 13

a.m. : Plaine des Caffres

Rencontre direction SICA Lait (Y. Evenat, G. Fertil)

Visite ferme Sicalait d'élevage de génisses, essais de compostage de fumier

p.m. :

Réunion ouverte Spectrométrie dans le Proche InfraRouge.

Participants : Sylvie Espérance, responsable qualité Sanders Proval ; Gildas Fertile, Technicien bovin Urcoopa / Sica Lait ; Paul Fallavier, Chargé de mission Qualité Cirad Réunion ; Hélène Delatte, Cirad 3P ; Frédéric Chiroleu, Cirad 3P ; Jean-Louis Chopart, Cirad Pôle Canne à sucre ; Anne Dalphin, technicienne coopérative chèvres (CPCR) ; pour le pôle Elevage : J. Métais, H. Gourc, O. Fontaine, S. Nabeneza, E. Tillard, J.P. Choisis, P. Grimaud.

- Vendredi 14

a.m. : visite exploitation laitière (Famille Picard)

Visite labo CILAM

p.m. : présentation enquêtes exploitations allaitantes et opération ELE 202 "cervidés et caprins", rencontre agents

Bilan avec le pôle élevage

- Samedi 15

p.m. : St Denis

Discussions PADEF (M. Piraux)

- Dimanche 16

Départ de St Denis

ELE 101: EFFICACITE DES SYSTEMES D'ALIMENTATION

Conduite par Ph. Hassoun et finalisée par P. Grimaud, cette action est terminée. Elle a conduit à l'établissement d'un bon nombre de références sur les ressources fourragères très diverses (tempérées, tropicales), mises en œuvre dans les exploitations laitières ainsi que sur les principaux compléments élaborés par les fabriques locales. Les résultats sont repris dans divers documents de synthèse et sont en cours de publication, ils ont par ailleurs permis d'étayer l'élaboration d'un outil d'aide au rationnement "Ration VL" profilé selon les disponibilités locales en ressources alimentaires. Conçu sous un environnement Excel, l'outil comprend l'essentiel des éléments nécessaires à la conception d'un rationnement équilibré, il est encore toutefois trop peu convivial pour être largement approprié par les agents de développement voire par un certain nombre d'éleveurs qui en expriment la demande. Par ailleurs les techniciens souhaiteraient une adéquation plus grande à la variabilité de la qualité des fourrages inhérente à chaque exploitation (on n'atteint généralement pas le lait "prédit" fourrages).

Tel qu'il est conçu l'outil pourrait constituer un excellent point de départ et un objet de réflexion commune (recherche-développement) en matière d'aide à la décision et de co-construction d'outils. Face à des enjeux non seulement techniques et économiques (performance lait, amélioration de l'efficacité fourragère, valorisation de ressources internes, etc.) mais également d'impact environnemental (efficacité azote, phosphore, production et qualité des effluents...) la filière est à la recherche d'indicateurs propres à l'exploitation et permettant à celle-ci de plaider de manière ascendante la qualité de sa démarche vis-à-vis des normes qui se mettent en place.

Au plan biotechnique, sans avoir à recourir à de l'expérimentation lourde, cela demanderait de conforter d'une part les approches de gestion des disponibilités en ressources fourragères dans le sens d'un retour plus rapide et efficace aux éleveurs, par exemple de suivis en temps réel menés par les techniciens UAFP ou dans une approche plus prospective de résultats de simulation agroclimatiques de type STYX ou autres. Dans un contexte aussi diversifié et largement documenté (BD climatiques Cirad, Météo France ; BD Topo ; MNT ; référentiels biomasse UAFP etc.) que la Réunion, l'adaptation de ces outils serait un objet intéressant à explorer.

En matière d'appréhension rapide et à moindre coût de la variabilité de la qualité des ressources fourragères, un couplage prédiction qualité / SPIR aux activités de suivi menées par l'UAFP ou le Pôle, serait une voie potentielle tout à fait envisageable.

En regard des demandes sociales ces démarches n'auront toutefois un sens que si d'entrée elle sont conduites avec la conception de schéma de concertation et de partenariat étroit avec les acteurs de la filière (éleveurs, structures d'encadrement, recherche,...) dans la construction progressive d'outils adaptés aux représentations que se font les éleveurs des problématiques et des éléments de pilotage dont ils disposent. Le partenariat qui se construit avec l'INRA-SAD (arrivée de Ph. Choisis) se révèle à cet égard tout à fait opportun.

ELE102 : ALIMENTATION ET AMELIORATION DES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Inscrite dans la suite des nombreux travaux menés sur la conduite agroécologique des prairies, l'action est centrée autour d'une convention exemplaire de partenariat SICAREVIA, EDE, AFP, CIRAD. Elle permet d'aborder la valorisation des résultats antérieurs dans une approche allant vers la caractérisation plus large des systèmes d'alimentation (suivi UAFP, analyse fonctionnelle, pesée trimestrielle etc.), de la diversité des pratiques et de l'incidence sur les performances des exploitations allaitantes. Les données générales collectées dans l'enquête (1999) sur 32 exploitations sont actuellement traitées dans une analyse typologique, par un stagiaire (S. Lacroix). Par ailleurs 10 exploitations sont suivies de manière plus approfondie par H. Gourc (VAT) en vue d'établir des référentiels techniques sur les modes de conduite des animaux en relation avec la gestion des prairies et les pratiques de complémentation.

L'action a par ailleurs un caractère central et transversal dans la mesure où elle contribue à la production et au traitement de données de suivis d'utilisation des ressources alimentaires particulièrement utiles pour les actions ELE 103, 104 et 105.

Au cours des présentations et dans les visites de terrain, divers aspects complémentaires à cette action ont été évoqués.

Dans la suite des résultats de recherches sur les pâturages (V. Blanfort, P. Grimaud), l'UAFP détient une large base de données relatives au suivi conseil en matière de conduite (hauteur du couvert, biomasse, biovolume, composition floristique) et de fertilisation en prairies pâturées (indicateurs de nutrition minérale, commémoratifs d'utilisation etc.) et ce, pour un large panel de situations agroécologiques et d'exploitations. A cette base est associée une collection de 1000 échantillons soigneusement conservés. Ces références pourraient être couplées à une mesure spectrale PIR dans le but de produire d'une part des modèles aptes à prédire les paramètres de valeur alimentaire de l'herbe, d'autre part de tester les potentialités de la technique en matière de construction d'indicateurs rapides de la biomasse ou des biovolumes disponibles en entrée de parc. La prédiction de l'ensemble des échantillons disponibles permettrait de revisiter la base de données sous l'angle d'une gestion couplée de la disponibilité et de la qualité des ressources. Les modèles de prédiction pourraient dans l'avenir être réutilisés dans des approches plus ciblées tendant comme plus haut à la mise au point d'outils d'aide au pilotage des couverts, l'enjeu étant encore une fois de concevoir ces outils en adéquation étroite avec les perceptions qu'ont les techniciens et les éleveurs de leurs ressources pâturables.

L'évaluation de cette dernière perspective pourrait faire le sujet de la proposition actuelle de tenir un séminaire INRA-CIRAD dans la suite de celui tenu à Montpellier sur "les dynamiques de végétation et interface herbe/animal-adaptations méthodologiques aux contextes des prairies tropicales". L'annexe 1 décrit l'état actuel de la proposition d'un atelier qui pourrait se tenir entre avril et mai 2002. La tenue de cet atelier permettrait d'évaluer la pertinence et le contenu à donner à de nouvelles propositions dans un cadre INRA-CIRAD ou ATP.

En regard également de la masse conséquente de travaux qui ont été conduits en matière de gestion - conseil sur la fertilisation minérale des prairies, des enjeux nouveaux se font jour et de façon de plus en plus pressante. Ils ont trait à la problématique de la production et du recyclage des effluents et à la conduite raisonnée de la fertilisation organique des prairies. La thématique "gestion des effluents" est largement abordée dans le pôle PADEF, dans l'émergence d'un pôle "Traitement des déchets" et dans le cadre de propositions d'action

ciblée telles que : INRA-CIRAD, Regards, MAEVA... L'absence d'implication réelle du pôle élevage à cette problématique générale apparaît tout à fait regrettable. La prairie d'une part, la production d'effluents d'autre part, et les relations que l'on peut établir entre l'un et l'autre sont bien deux éléments-clés dans la gestion raisonnée de l'exploitation d'élevage de demain. Face à des approches assez généralement "top-down" de contrôle à l'échelle territoriale vis-à-vis de la protection du milieu et de l'eau, il serait intéressant de promouvoir également des démarches partant de l'exploitation et visant à l'équiper d'outils, d'indicateurs, de référentiels aptes à l'aider à une contractualisation sur les fonctions tant économiques que sociales et environnementales de la conduite du système. Ce type d'approche s'intégrerait en parfaite harmonie avec les réseaux d'exploitations allaitantes ou laitières qui sont ou continueront d'être suivis dans les actions 102, 103, 104 et 105 et dans les partenariats forts que le pôle a construit avec les institutions locales (UAFP, SICA bovines, Urcoopa, EDE,...).

ELE103 : FACTEURS DE RISQUE D'INFERTILITE EN ELEVAGE LAITIER, APPROCHE ECOPATHOLOGIQUE

La phase de suivi/collecte d'informations en exploitation s'étant terminée en août 2001, le projet est en pleine phase d'analyse des résultats. L'approche originale en milieu tropical analyse les facteurs influençant la reproduction, elle permettra de mettre en relation des données issues de profils biochimiques réguliers portant sur le statut énergétique et minéralo-protéique des animaux avec les caractéristiques de conduite alimentaire, de reproduction et d'état sanitaire de l'animal. L'ensemble du travail est très bien perçu par la profession.

La mise en forme des bases de données représente un vaste chantier et pénalise quelque peu la progression du travail, l'affectation temporaire (trois mois) du chercheur "modélisation de la ressource" (M. Gousseff) pourrait, si elle est conçue comme une utilisation partielle et bien cadrée de son temps de séjour, constituer une aide précieuse pour la finalisation du projet de thèse d'E. Tillard au cours de l'année 2002.

La finalisation de cette mise en forme des données permettra également de poursuivre activement les recherches menées en collaboration avec l'ENSAM dans le cadre de l'UMR ERRC sur la modélisation des interactions nutrition - reproduction.

Le travail sur la fertilité aura permis de rendre tout à fait opérationnel l'automate d'analyse des paramètres sanguins, les compétences techniques acquises au niveau du laboratoire pourraient être utilement valorisées dans le projet ELE 104 pour le suivi de critères hépatiques en relation avec les variations de taux butyreux, et dans le suivi des taux d'urée dans le lait.

ELE 104 : ALIMENTATION, PATHOLOGIE ET QUALITE DU LAIT

Le projet est en phase de construction, il répond de manière très claire à des demandes de la filière. La mise au point d'un protocole efficient de collecte de données portant à la fois sur le suivi de la qualité du lait (cellules, minéraux, qualité de la fraction protéique, lipolyse et composition des matières grasses, contamination) ainsi que sur la conduite du troupeau et plus particulièrement de l'alimentation sera une phase délicate (choix d'une trentaine d'exploitations représentatives de la variabilité géographique et des systèmes de conduite).

L'analyse des données déjà collectées par l'EDE montre qu'il existe des variations importantes entre exploitations, de même l'analyse des données de qualité du lait de camion dont la CILAM dispose seront un référentiel précieux pour orienter le protocole de suivi.

L'arrivée en début 2002 de J. Bony (chargé d'étude INRA) apportera une aide précieuse pour la finalisation du protocole et la mise en œuvre des suivis.

L'acquisition récente par la Sicalait d'un analyseur automatique en Moyen InfraRouge Bentley pour la détermination rapide des TB, TP, Cellules, apporte un complément méthodologique précieux à l'étude. Dans le même ordre d'idée, la possibilité d'accéder à la technique SPIR pour qualifier les rations alimentaires selon un pas de temps régulier permettrait de contourner l'impasse des délais et des coûts analytiques en méthodes classiques.

L'adaptation sur l'analyseur automatique du pôle d'une méthode permettant le dosage de l'urée du lait (actuellement non prédictible sur l'équipement de la Sicalait) permettrait d'en étudier les variations et d'évaluer la pertinence d'un retour rapide (contrôle laitier) de ce paramètre en tant qu'indicateur pour l'exploitant du niveau de l'équilibre de la ration distribuée. Le stage "méthodologies lait" prévu (2002, INRA Poligny) pour J. Métais permettra de conforter les compétences du laboratoire sur cet aspect particulier. Son séjour en France pourrait utilement inclure un passage à Baillarguet pour une première initiation à la technique SPIR.

Enfin lors de la visite du laboratoire de la CILAM la direction technique mettait l'accent sur celui du développement périodique de flore psychrophile qui pénalise les opérations de caillage en fromagerie et serait lié à des délais dans la collecte du lait de tank ou à la chaîne de froid ; un problème qu'il serait intéressant de ne pas négliger dans l'approche "Qualité lait".

ELE105 : MODELISATION DU FONCTIONNEMENT ECONOMIQUE DES EXPLOITATIONS LAITIÈRES A LA REUNION ET SIMULATION DE LEURS EVOLUTIONS

L'action centrée sur le devenir économique des exploitations, progresse de manière efficace avec le travail de K Elouichi vers la finalisation (mi 2002) d'un outil de simulation. Dans l'immédiat il s'adressera principalement aux décideurs de la filière. Au-delà de l'objectif d'optimisation économique des trajectoires d'évolution des exploitations, un enjeu particulier serait de faire ensuite évoluer le modèle vers un outil où l'on optimise des objectifs économiques et également d'autres fonctions entre autres celles qui s'adressent au milieu. En revisitant les bases de données constituées dans les actions 102, 103 et 105, la finalité devrait être de produire des indicateurs appropriables par l'encadrement technique et les éleveurs et qui permettent à chacun de mieux appréhender et externaliser les impacts réels (individuels) liés à la conduite du système. La co-construction (éleveurs, encadrement, recherche) de ces indicateurs serait un préalable et une question intéressante à animer dans le cadre de l'action 105. Les appels Aide à la décision et Multifonctionnalité seraient de ce point de vue des sources de financement potentiel à ne pas négliger.

Dans cette perspective également, l'intérêt que le pôle porte à la méthode DEA (diagnostic de l'efficacité économique) de Boussemart et Dervaux (1994), et l'élargissement du concept d'efficacité à d'autres fonctions qui pourrait être envisageable apparaît comme une bonne démarche. Dans le même ordre d'idée la méthode IDEA (indicateurs de durabilité de l'exploitation agricole, mise au point par la direction de l'enseignement du MAP (voir www.editions.educagri.fr)) serait également une référence intéressante à consulter.

ELE 201 : DIVERSIFICATION DES ELEVAGES : CERVIDES, CAPRINS

La population de caprins est très importante à la Réunion. Du fait du contexte socio-culturel, la viande en est particulièrement prisée par les communautés locales. Des demandes fortes

sont exprimées par la coopérative caprine et la région pour qu'une attention particulière soit apportée à cette filière. Une démarche de diagnostic est en cours, elle se heurte toutefois à la difficulté d'obtenir des données dans un contexte où une très large part des animaux sont commercialisés dans la vente directe à des prix très rémunérateurs. Le souhait de l'administration de mieux contrôler les aspects sanitaires de mise sur le marché, condition pour apporter une aide à la filière, se heurte aux attentes "traditionnelles" des consommateurs. Aux démarches méthodologiques classiques que le CIRAD peut apporter sur les structures de troupeau et la diversité des systèmes d'élevage, il serait sans doute utile d'annexer une enquête auprès des consommateurs qui dégage les voies possibles en matière de négociation entre les différents acteurs.

LES DEVELOPPEMENTS ENVISAGEABLES AUTOUR DE LA TECHNIQUE SPIR

Suite à une invitation large diffusée par le pôle élevage, la présentation à un public large des principes et des potentialités de la technique a permis de discuter des applications dans le contexte réunionnais. La note de synthèse annexée rédigée par P. Grimaud résume fort bien les enjeux auxquels l'implémentation de la technique sur le territoire réunionnais pourrait répondre. La mise en réseau d'appareillages entre la Réunion et Baillarguet en ayant recours aux TICs, serait à titre expérimental un développement méthodologique tout à fait intéressant et qui renforcerait l'image du pôle et permettrait de tester la faisabilité technique pour d'autres terrains.

CONCLUSIONS

La structure et l'enchaînement des différentes actions apparaissent très cohérentes et bien coordonnées. L'opportunité qu'offre le terrain Réunionnais tant par le contexte agroécologique que par le dynamisme et les questions apportées par la filière lait s'intègre parfaitement à l'image de LAITROP. Les compétences acquises au cours du temps, les réseaux et les référentiels qui se bâtissent en exploitations tant laitières qu'allaitantes sont également une ressource potentielle précieuse pour aborder dans l'avenir des thématiques telles que la gestion des effluents, ou les concepts de multifonctionnalité de l'élevage en milieu tropical. L'implication forte des acteurs dans l'approche de ces thématiques serait pour le pôle une entrée importante à intégrer à toute action sur ces thèmes.

L'offre du pôle élevage en regard des demandes régionales en matière d'ouverture vers les pays de l'océan Indien mériterait que l'on y porte une attention particulière.

Projet d'atelier INRA-CIRAD

SYSTEMES HERBAGERS REUNIONNAIS

- **diversité des situations écologiques et des systèmes de production ;**
- **représentativité des contraintes par rapport aux zones tropicales humides et d'altitude ;**
- **des réponses originales à donner à des filières de production dynamiques.**

(une semaine entre 15 avril et 15 mai 2002)

Les systèmes herbagers réunionnais sont répartis entre des écosystèmes tropicaux humides (à canne à sucre) et des écosystèmes tempérés d'altitude. Ils utilisent des espèces tempérées et tropicales. Deux filières cohabitent, bovins viandes allaitant avec génotype Limousin et des vaches laitières FFPN au pâturage et/ou affouragées en stabulation.

La filière laitière est plus dynamique, mais la filière viande est aussi entraînée vers le progrès technico-économique. SICA LAIT et SICA REVIA sont les deux organisations professionnelles.

L'équipe CIRAD INRA qui compte 4 chercheurs, un post-doc, des techniciens et stagiaires travaille avec un réseau d'une soixantaine d'éleveurs (étude multi-factorielle - écopatho - des paramètres de reproduction, diagnostic des systèmes de rationnement, facteurs de variation de la qualité du lait à partir de 2002, micro-économie des élevages depuis 2001).

En matière de prairies, les principales contraintes sont :

1. saisonnement de la production
2. dégradation par envahissement d'espèces indésirables
3. maîtrise de la qualité
4. nuisances environnementales liées à la fertilisation.

Par le passé, un travail important a été conduit par le CIRAD Elevage sur le premier point :

- gestion raisonnée (fertilisation et charge) des prairies qui fut l'objet de la thèse de V. Blanfort encadrée par G. Balent. Les résultats sont appropriés par l'UAFP (union des associations foncières pastorales).

- technologie de conservation (balles rondes enrubannées – J.M. Paillat appuyé par C. Demarquilly)
- Philippe Brunschwig (actuellement à l'Institut de l'Elevage) a produit des recommandations spécifiques en nutrition minérale.

Plus récemment, 1995-2000, Philippe Hassoun (INRA) encadré par C. Demarquilly, a travaillé sur le rationnement des animaux laitiers.

Depuis longtemps, des données sont accumulées sur la valeur nutritive des graminées (effet saison et âge).

Sur ces bases, et par rapport aux points 2 et 3, éventuellement 4, l'atelier pourrait avoir comme objectif de définir un projet de recherche INRA-CIRAD sur la mise au point de systèmes de pilotage des prairies des différentes situations réunionnaises comprenant :

- des outils de diagnostic et de suivi des herbages,
- des rendus zootechniques,
- des analyses économiques,
- des indicateurs d'impact environnementaux,

prenant en compte :

- les contraintes prioritaires suivant les agro-écosystèmes et les systèmes d'organisation des filières et exploitations d'élevage,
- les acquis analytiques,
- les référentiels existants de la recherche, des structures de développement, des éleveurs ; leur utilisation,
- la perception des contraintes par les éleveurs, leurs objectifs de maîtrise de ces contraintes (en s'appuyant notamment sur l'impact micro-économique des contraintes et des innovations potentielles),
- l'appropriation et la coproduction par les éleveurs des indicateurs et des démarches.

L'atelier pourrait s'organiser de la manière suivante :

- caractérisation de la diversité des systèmes herbagers
- discussions sur les acquis
- discussion sur la démarche générique de recherche / aide à la décision, à mettre en œuvre à la Réunion
- définition des étapes et choix des actions prioritaires

- connexion avec des actions en cours dans d'autres systèmes herbagers des DOM TOM
- recomposition de l'équipe INRA-CIRAD par apport à ces objectifs.

Les participants pourraient être :

- représentants des équipes DOM TOM : Guadeloupe (M.L. Boval, H. Archimède) ; Guyane (J. Huguenin) ; Nouvelle Calédonie (V. Blanfort) ; La Réunion (P. Grimaud et al.)
- INRA ORPHEE (SAD, Agronomie)
- INRA (Elevage, Nutrition des herbivores)
- CIRAD-EMVT

Une dizaine au total, si le budget le permet, avec des compléments à rechercher.

**INTERET DE L'ACQUISITION D'UN APPAREILLAGE ANALYTIQUE
DE SPECTROMETRIE INFRAROUGE
DANS LE CONSEIL AUX ELEVEURS DE LA REUNION
ET DANS L'OCEAN INDIEN**

Depuis plus de quinze ans, le pôle Elevage du Cirad conduit des opérations de recherche-développement sur l'élevage des ruminants à la Réunion, qui répondent aux préoccupations de ses partenaires réunionnais et visent à mieux comprendre la variabilité des systèmes d'élevage, des systèmes fourragers et des performances zootechniques et économiques.

Elles ont abouti à des solutions qui permettent aux éleveurs et à leurs organisations professionnelles de tirer le meilleur parti de leurs activités d'élevage.

Les techniques d'analyses dans le proche infra-rouge ont pris ces dernières années un essor significatif, à tel point que le programme Productions animales du Cirad Emvt s'est doté d'un équipement qui lui permet de valoriser le nombre considérable d'échantillons collectés dans le cadre des programmes de recherche qui ont été conduits à travers le monde.

Cette compétence pourrait être mise à profit à la Réunion par l'acquisition de ce type de matériel au sein du pôle Elevage du Cirad. Les avantages présentés dans ce dossier en sont les suivants :

- Aide au développement des filières organisées en élevage bovin à la Réunion
- Mise en réseau des données spectrales avec les services de Montpellier et les organismes locaux
- Ouverture à d'autres champs disciplinaires du Cirad à la Réunion et affichage externe plus puissant
- Valorisation des atouts réunionnais dans un cadre de coopération régionale

Cette demande s'appuie sur des travaux entamés et publiés au sein du Cirad Elevage, parmi lesquels :

Blanfort V., Hassoun P., Mandret G., Paillat J-M., Tillard E. (2000) : L'élevage bovin à la Réunion. Synthèse de quinze ans de recherche, *Collection Repères*, Cirad / INRA / Région Réunion / CAH, île de la Réunion.

Grimaud P. 2001 : Les rations fourragères à base de graminées dans les élevages bovins réunionnais : méthodes d'estimation de la valeur alimentaire et implications, 36 p.

Grimaud P et Thomas P : Les systèmes d'alimentation à base de graminées dans les élevages bovins de l'île de la Réunion, soumis pour publication à la revue *Fourrages*.

Hassoun P. et Latchimy JY. 2001: Caractéristiques et valorisation des rations dans les troupeaux bovins laitiers à la Réunion, 51 p.

Tillard E. 2001 : Etudes des facteurs de variation de la qualité du lait en élevages bovins laitiers à la Réunion, *Rencontres Recherche Ruminants*, 8, 94.

LA SPECTROMETRIE DANS LE PROCHE INFRA-ROUGE

Une technique d'analyse fiable et rapide de plus en plus utilisée

La spectrométrie dans le proche infra-rouge (SPIR) permet des dosages rapides et non destructifs des constituants organiques de la matière. La SPIR (ou near infra-red spectroscopy, NIRS, en anglais) englobe les aspects spectraux eux-mêmes, mais également les techniques qui lui sont associées, telles que la préparation des échantillons et le traitement des données. Cette technique repose sur le fait que la plupart des substances organiques absorbent de l'énergie dans le proche infra-rouge, chacune d'elles y ayant une signature particulière et unique. Dans le contexte économique actuel, l'agriculture, mais aussi l'industrie transformatrice, sont conduites à produire mieux, plutôt qu'à produire plus.

Avec la SPIR, cette notion de qualité doit être considérée sous un jour nouveau. La majorité des applications concerne la mesure de la qualité intrinsèque ou nutritionnelle liée à la composition de la denrée et à son utilisation digestive. Parmi ces denrées, les céréales, les graines oléagineuses et protéagineuses, les légumes, les fruits, les fourrages, mais aussi les produits laitiers, les boissons, les aliments composés et les viandes. Les principaux constituants qui peuvent être déterminés sont l'humidité, les protéines, les fibres, les matières grasses mais également les acides aminés, l'alcool, les tanins,...

L'analyse peut également porter sur des aspects plus globaux comme la digestibilité des aliments, et c'est là l'un des résultats les plus spectaculaires de la technologie infrarouge : la digestibilité de la matière organique des aliments, dont la méthode de référence sur animaux est très coûteuse, peut être prédite avec une précision supérieure à celle obtenue par les autres techniques de laboratoire actuellement recommandées.

UN APPAREILLAGE DONT S'EST DOTE LE CIRAD-EMVT DE MONTPELLIER

Les objectifs que s'est fixé le programme Productions animales du Cirad-Emvt pour le développement des filières animales en milieux tropicaux passent par l'intensification de leurs productions. Cette intensification que l'on se doit de raisonner repose sur l'aptitude que l'on aura à décrire, diagnostiquer et améliorer la qualité de l'alimentation dans les systèmes en place.

Dans ce but, le laboratoire de nutrition a acquis un équipement analytique en SPIR qui lui a permis de traiter une grande partie des 40 000 échantillons conservés au Cirad et préalablement analysés selon des méthodes conventionnelles.

Avant toute analyse, l'instrument doit être étalonné. La première étape de ce calibrage consiste à mesurer sur l'instrument plusieurs dizaines voire plusieurs centaines d'échantillons représentatifs d'un produit donné dont les différents paramètres ont été dosés par les méthodes de référence. La deuxième étape de ce calibrage concerne l'optimisation d'un modèle mathématique qui relie les données optiques aux valeurs analytiques de référence. Cette étape de calibration est la principale contrainte de la SPIR. Ses avantages en sont la rapidité, la simplicité et la multiplicité et le faible coût des analyses.

Les premiers résultats qui en sont issus ont montré la parfaite prédictibilité des valeurs attendues, à partir d'échantillons aussi divers que des fanes d'arachide (recherche de la prédiction de l'ingestibilité et de la digestibilité in vivo), des tiges de sorgho (étude de la valeur alimentaire), ou même à partir de l'analyse PIR de fèces de bovins sur parcours

africains (détermination du régime alimentaire des animaux en fonction de la composition des fèces).

L'analyse d'échantillons de fourrages réunionnais

L'acquisition spectrale en cours de l'ensemble des fourrages de la base de données disponible à l'Emvt se fait dans l'optique d'une valorisation du travail réalisé en matière de prédiction de leurs valeurs alimentaires, afin de procéder à un travail de calibration et d'être à même d'effectuer des prestations de routine pour des acteurs de terrain.

Parmi les fourrages figurent près de 500 échantillons provenant de la Réunion, pour lesquels la valeur alimentaire a été prédite à partir d'analyses de laboratoire classiques.

En outre, les actions conduites dans les pâturages réunionnais depuis plusieurs années ont amené à la constitution d'une banque d'échantillons de graminées prairiales, aussi bien tempérées que tropicales, pour lesquelles un certain nombre de taux sont connus, parmi lesquels le pourcentage et le rendement en matière sèche, l'azote, le phosphore et le potassium. Près de 1000 échantillons ont ainsi été envoyés à l'Emvt pour analyse spectrale.

Un travail a ainsi été entamé sur les fourrages de la Réunion, qui doit se poursuivre par le recueil de données en grand nombre et à moindre coût pour le développement de l'élevage.

L'INTERET DANS LE CONTEXTE REUNIONNAIS

La connaissance de la qualité des fourrages réunionnais est en effet loin d'être maîtrisée, même si dès à présent il est possible d'apporter un conseil objectif à l'éleveur. C'est donc là un domaine dans lequel l'analyse spectrale dans le proche infra-rouge peut trouver une justification immédiate au sein des programmes conduits au pôle Elevage du Cirad à la Réunion. Mais d'autres voies sont à explorer.

Le questionnement fourrager dans les élevages bovins

Les bovins exploités sur l'île de la Réunion peuvent trouver la base de leur ration fourragère dans des fourrages d'origine aussi bien tempérée que tropicale. Cette diversité peut se matérialiser dans l'auge de l'animal, mais également dans les parcelles pâturées : une prairie peut être constituée à un temps donné de graminées tempérées et tropicales dans des proportions variables, mais peut également présenter au cours de l'année une dominance quasi exclusive d'un seul fourrage, de nature tempérée en saison sèche et fraîche, qui disparaît au profit d'une graminée d'origine tropicale en saison humide chaude (Grimaud et Thomas, article en soumission).

Depuis plus de 20 années, en parallèle avec le développement de l'élevage bovin à la Réunion, agronomes et zootechniciens se sont intéressés à la production qualitative et quantitative des fourrages de l'île, en s'appuyant fréquemment sur le passage de ces fourrages en laboratoire. Beaucoup de ces analyses ont fait l'objet de présentations, rapports ou publications, un grand nombre d'entre elles ont été utiles à la rédaction d'un ouvrage de synthèse publié en 2000 sur les 15 années de recherche en élevage du Cirad à la Réunion (Blanfort *et al.*, 2000).

Récemment, deux études ont montré l'intérêt de la connaissance des valeurs alimentaires des fourrages réunionnais dans le conseil à apporter aux éleveurs (Grimaud, 2001 ; Hassoun et Latchimy, 2001). Les clés de transformation des résultats bromatologiques bruts, fournis par le laboratoire, en expression de valeurs nutritives et alimentaires ont été décrites et tabulées de

façon que quiconque travaillant en élevage bovin et ayant en sa possession un résultat d'analyse puisse l'exploiter en terme d'énergie, de protéine ou de minéraux apportés aux animaux dans l'objectif d'optimiser les rations alimentaires.

Ces deux documents reprennent des analyses effectuées dans les laboratoires du Cirad à Montpellier (exploitation de la base Aliatrop du Cirad Emvt) et à la Réunion. Le classement de ces résultats par famille graminéenne reflète la grande diversité de la nature et de la forme de présentation des fourrages proposés aux bovins réunionnais, ainsi que la forte variabilité des valeurs alimentaires au sein d'une même espèce de graminée.

Mais cette diversité se révèle un obstacle au conseil à apporter à l'éleveur : il est difficile de s'appuyer sur un résultat moyen de la valeur alimentaire d'un fourrage donné, tout comme il est impossible de passer chaque fourrage disponible pour l'animal en laboratoire. Outre le coût élevé de l'analyse (environ 75 □), sa réalisation impose des délais de restitution de résultats aux éleveurs en incohérence avec l'utilisation qu'il veut en avoir de façon immédiate. Ce sont de telles contraintes qui peuvent être levées par l'utilisation de la SPIR.

D'AUTRES PREOCCUPATIONS RELATIVES AUX PRODUCTIONS ANIMALES REUNIONNAISES

VARIABILITE DES MASSES ET DE LA QUALITE DES ENSILAGES EN BALLES RONDES ENRUBANNEES

L'ensilage en balles rondes enrubannées est à ce jour à la base du système d'alimentation des bovins dans un nombre croissant d'exploitations réunionnaises. Cette progression signe une professionnalisation des éleveurs, qui se manifeste également par la volonté de proposer à leurs animaux des rations alimentaires optimisées.

Or, à l'intérieur des stocks annuels d'ensilage, les variations en masse et en qualité sont très importantes et une exploitation n'aura pas d'année en année la même qualité de fourrage en stock. Si l'exploitant peut gérer la composition botanique de sa parcelle, sa fumure et son plan de coupe, il reste cependant tributaire de facteurs non maîtrisables comme l'année et le climat.

Comme cela a été souligné dans le paragraphe précédent, la SPIR permet l'évaluation très rapide et peu coûteuse de la valeur alimentaire d'un fourrage. Son application à la prédiction de celle d'un ensilage en balles rondes de graminées tempérées est rendue possible par les nombreux travaux qui ont été conduits en Europe avec des mêmes espèces herbagères (par exemple au Centre de Recherches Agronomiques belge de Libramont, leader en matière de l'utilisation de la SPIR dans le domaine des productions animales), alors qu'un travail de calibration doit être entamé pour l'appliquer à celle de balles rondes de fourrages tropicaux.

ELEVAGE BOVIN ET QUALITE DU LAIT

En partenariat avec la coopérative des éleveurs laitiers de la Réunion (SicaLait), le Cirad s'est engagé dans une opération de recherche-développement sur les déterminants de la qualité du lait à la production. Une première étude a mis en évidence l'effet des pratiques de traite et de la saison sur la concentration en cellules somatiques, et le poids de l'alimentation sur la variation du taux butyreux (Tillard, 2001). L'acquisition par la SicaLait d'un milkoscan permet depuis peu une lecture dans l'infra-rouge des déterminants les plus classiques de la qualité du lait cru (protéines, lactose, matière grasse).

Parmi les applications possibles de la SPIR, on peut citer les déterminations de la caséine et de ses fractions, de l'urée, de l'acide citrique au sein du lait cru. L'urée et l'acide citrique peuvent aussi être utilisés en tant qu'indicateurs de l'état de nutrition énergétique et azotée de l'animal.

En ce qui concerne les produits transformés, les poudres en tous genres sont classiquement analysées par la SPIR de même que les caséines ou caséinates. Le dosage des constituants majeurs des fromages frais et des yoghourts est effectué couramment. Les applications potentielles sont donc nombreuses, et le recours à la technique SPIR pourrait être tout à fait opportun dans l'optique "qualité" que l'on doit nécessairement associer à la filière.

ELEVAGE ET ENVIRONNEMENT

La recherche d'une productivité optimale et la maîtrise accrue des rejets azotés (NO_2 , NH_3 ...) et gazeux (CH_4 , CO_2) sont des enjeux majeurs pour les systèmes d'élevage bovin. C'est particulièrement le cas dans les systèmes laitiers à haute productivité, mais également dans les exploitations de monogastriques, tous fortement consommateurs d'azote. Nombre d'approches effectuées dans le domaine concernent l'établissement de bilans de transfert de carbone et d'azote dans les systèmes. Cela nécessite de quantifier les masses présentes au cours du cycle mais également les teneurs en carbone et azote des matières considérées.

Une fois les calibrations spécifiques établies sur la base de l'analyse élémentaire d'un ensemble de produits représentatifs, l'aptitude largement démontrée de la SPIR à prédire les teneurs en C et N de la matière organique pourrait dans le contexte réunionnais se révéler tout à fait utile pour des approches telles que la qualification des masses en présence ou le suivi de la dégradation des constituants au cours du cycle de production et entre les différents compartiments du système.

DES AXES DE COOPERATION

LA MISE EN RESEAU DES EQUIPEMENTS

L'acquisition pour la Réunion d'un spectromètre infra-rouge équivalent à celui dont s'est doté le Cirad Emvt de Montpellier s'inscrit dans la perspective du développement d'un réseau internet SPIR capable d'échanger avec la métropole ou avec d'autres centres internationaux. La standardisation des appareils rendra les données spectrales compatibles et échangeables sur le net, permettant ainsi un calibrage rapide de l'équipement réunionnais à partir du site montpelliérain ou la prédiction de produits au départ de bases de données spectrales existant au niveau international.

La mise en place d'un tel équipement au sein du pôle Elevage du Cirad à la Réunion serait également un atout précieux dans le cadre de collaboration SPIR avec les organismes qui travaillent déjà dans le proche infra-rouge à la Réunion, comme l'Université avec laquelle des contacts ont déjà été pris.

Si les applications et services potentiels apparaissent évidents dans le domaine du conseil et du suivi de gestion en élevage, cet équipement pourra être également profitable à d'autres pôles du Cirad à la Réunion : l'entrée SPIR par plusieurs champs disciplinaires du Cirad à la Réunion rendra son affichage externe plus puissant.

LA VALORISATION AU NIVEAU REGIONAL

Les axes de collaboration qui s'engagent dans le cadre de contrats réunionnais de coopération régionale peuvent s'enrichir de l'acquisition de données spectrales dans le proche infra-rouge. A ce titre, l'acquisition d'un appareillage plus simple et mobile serait un facteur du développement des analyses spectrales *in situ*.

Cela intéresserait aussi bien le développement de l'élevage bovin, comme cela a été développé plus haut, que d'autres domaines de productions animales. A titre illustratif peuvent être évoqués les thèmes suivants, pour lesquels des axes de collaboration régionale ont déjà été identifiés :

- Valorisation des fourrages (Maurice, Mayotte)
- Etude des déterminants de la qualité du lait et de ses produits (Madagascar, Inde)
- Variabilité de la composition des matières premières dans l'alimentation des monogastriques (Mayotte, Comores, Madagascar)
- Qualification de la matière grasse de la chair de poisson (Madagascar, Vietnam)
- Analyse des processus de transformation des produits carnés (Maurice, Afrique australe)
- Comportement alimentaire des ruminants sur parcours (Maurice, Afrique australe)